



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002310759 A

(43) Date of publication of application: 23.10.02

(51) Int. Cl. G01F 1/696
G01F 1/00
G01F 1/684
G01F 15/02

(21) Application number: 2001111333

(22) Date of filing: 10.04.01

(71) Applicant: MITSUI MINING & SMELTING CO LTD

(72) Inventor: HIRAZUMI KENICHI
KOIKE ATSUSHI
YAMAGISHI KIYOSHI

(54) FLOW-RATE MEASURING METHOD AND FLOWMETER

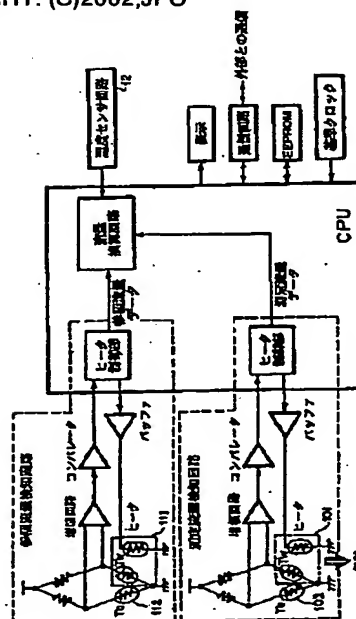
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a flow-rate measuring method in which a measurement error is small even when the thermal property of a fluid is changed on the basis of a change in a composition or the like.

SOLUTION: An electrical output which corresponds to the measured flow rate of the fluid to be measured is obtained by an electrical circuit containing a thermal flow-rate sensor arranged in a measuring flow passage. An electrical output which corresponds to the reference flow rate of the fluid to be measured is obtained by an electrical circuit containing a reference thermal flow-rate sensor arranged in a reference flow passage, in which the fluid to be measured can flow freely. Regarding a reference fluid, a working curve in which a reference-flow-rate working curve and a measured-flow-rate working curve are contained is obtained in advance regarding a plurality of temperatures. On the basis of the electrical output corresponding to the reference flow rate obtained regarding the fluid to be measured, the deviation amount from a reference temperature for the temperature of the reference-flow-rate working curve corresponding to the electrical output is found. On the basis of the deviation amount, a temperature correction amount with reference to the measured-flow-rate working curve of the

reference temperature is obtained. On the basis of the electrical output corresponding to the measured flow rate of the fluid to be measured, the measured-flow-rate working curve of the reference temperature is used, and the temperature correction amount is taken into consideration so as to be converted into the flow-rate value of the fluid to be measured.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-310759
(P2002-310759A)

(43) 公開日 平成14年10月23日 (2002. 10. 23)

(51) Int.Cl.⁷ 識別記号

G 0 1 F 1/696
1/00
1/684
15/02

F I

G 0 1 F 1/00
15/02
1/68

テ-リ-ト (参考)

W 2 F 0 3 0
2 F 0 3 1
2 0 1 Z 2 F 0 3 5
1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-111333(P2001-111333)

(22) 出願日 平成13年4月10日 (2001. 4. 10)

(71) 出願人 000006183

三井金属鉱業株式会社
東京都品川区大崎1丁目11番1号

(72) 発明者 平泉 健一

埼玉県上尾市原市1333-2 三井金属鉱業
株式会社総合研究所内

(72) 発明者 小池 淳

埼玉県上尾市原市1333-2 三井金属鉱業
株式会社総合研究所内

(74) 代理人 100065385

弁理士 山下 稔平

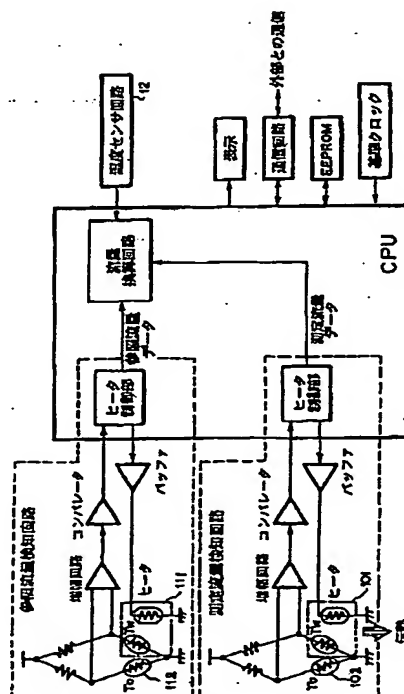
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流量測定方法及び流量計

(57) 【要約】

【課題】 組成等の変化に基づき流体の熱的性質が変化するような場合であっても測定誤差の少ない流量測定方法を提供する。

【解決手段】 測定流通路に配置された熱式流量センサーを含む電気回路で被測定流体の測定流量に対応する電気的出力を得、被測定流体の自由流通が可能な参照流通路に配置された参照熱式流量センサーを含む電気回路で被測定流体の参照流量に対応する電気的出力を得る。基準流体に関し複数の温度について予め参照流量検量線と測定流量検量線とを含む検量線を得ておく。被測定流体について得た参照流量対応の電気的出力に基づき、この電気的出力に対応する参照流量検量線の温度の基準温度からのずれ量を求め、このずれ量に基づき基準温度の測定流量検量線に対する温度補正量を得、被測定流体の測定流量対応の電気的出力に基づき基準温度の測定流量検量線を用い且つ温度補正量を勘案して被測定流体の流量値に換算する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被測定流体を測定流通路に流通させ、該測定流通路に配置された熱式流量センサーを含んで構成された電気回路で前記測定流通路内での前記被測定流体の測定流量に対応する電気的出力を得、予め作成された検量線を用いて前記測定流量対応の電気的出力に対応する流量値への換算を行うことにより前記被測定流体の流量を測定する方法であって、

参照流通路内に前記被測定流体を自由流通可能なように満たしておき、該参照流通路に配置された参照熱式流量センサーを含んで構成された電気回路で前記参照流通路内での前記被測定流体の参照流量に対応する電気的出力を得、

前記検量線は基準流体に関し複数の温度について得た参照流量検量線と測定流量検量線とを含むものであり、被測定流体について得た前記参照流量対応の電気的出力に基づき、該電気的出力に対応する前記参照流量検量線の温度の基準温度からのずれ量を求め、該ずれ量に基づき前記基準温度の測定流量検量線に対する温度補正量を得、前記被測定流体の前記測定流量対応の電気的出力に基づき前記基準温度の測定流量検量線を用い且つ前記温度補正量を勘案して前記被測定流体の流量値に換算することを特徴とする流量測定方法。

【請求項 2】 前記基準流体とは異なる流体について、第 1 温度で得られる前記参照流量対応の電気的出力に対応する前記参照流量検量線の第 2 温度を求め、前記第 1 温度で或る流量にて得られる前記測定流量対応の電気的出力に対応する前記或る流量での前記測定流量検量線の第 3 温度を求め、前記第 1 温度と第 2 温度との差に対する前記第 1 温度と第 3 温度との差の比を得ておき、前記ずれ量に前記比を乗ずることで前記温度補正量を得ることを特徴とする、請求項 1 に記載の流量測定方法。

【請求項 3】 前記検量線は前記参照流量対応の電気的出力と比重との関係を示す比重検量線をも含むものであり、前記被測定流体の流量値から前記比重検量線を用いて前記被測定流体の体積流量値に換算することを特徴とする、請求項 1～2 のいずれかに記載の流量測定方法。

【請求項 4】 流体を筐体内へと導入し、該筐体内に流体を貯留し、該貯留された流体を筐体外へと導出することで、該筐体内を通過する流体の流量を測定する流量計であって、

前記筐体内に配置され前記筐体に対する流体の導入または導出に伴い流体を流通させる測定流通路と、前記筐体内に配置され前記貯留流体を自由流通可能なように満たす参照流通路と、前記測定流通路に配置された測定熱式流量センサーと、前記参照流通路に配置された参照熱式流量センサーと、前記測定熱式流量センサーを含んで構成された測定流量検知回路と、前記参照熱式流量センサーを含んで構成された参照流量検知回路と、基準流体に関し複数の温度について得た参照流量検量線及び測定流

量検量線を用いて前記測定流量検知回路で得られる測定流量対応の電気的出力に対応する流量値への換算を行う流量換算回路とを備えており、

前記流量換算回路は、被測定流体について前記参照流量検知回路で得た参照流量対応の電気的出力に基づき、該電気的出力に対応する前記参照流量検量線の温度の基準温度からのずれ量を求め、該ずれ量に基づき前記基準温度の測定流量検量線に対する温度補正量を得、前記被測定流体の前記測定流量対応の電気的出力に基づき前記基準温度の測定流量検量線を用い且つ前記温度補正量を勘案して前記被測定流体の流量値に換算することを特徴とする流量計。

【請求項 5】 前記流量換算回路は、前記基準流体とは異なる流体について、第 1 温度で得られる前記参照流量対応の電気的出力に対応する前記参照流量検量線の第 2 温度を求め、前記第 1 温度で或る流量にて得られる前記測定流量対応の電気的出力に対応する前記或る流量での前記測定流量検量線の第 3 温度を求め、前記第 1 温度と第 2 温度との差に対する前記第 1 温度と第 3 温度との差の比を得ておき、前記ずれ量に前記比を乗ずることで前記温度補正量を得ることを特徴とする、請求項 4 に記載の流量計。

【請求項 6】 前記流量換算回路は、前記参照流量対応の電気的出力と比重との関係を示す比重検量線を用いて、前記被測定流体の流量値から前記被測定流体の体積流量値に換算することを特徴とする、請求項 4～5 のいずれかに記載の流量計。

【請求項 7】 前記測定熱式流量センサーは前記測定流通路へと突出した前記流体との熱的相互作用のための第 1 のフィンプレートを有しており、前記参照熱式流量センサーは前記参照流通路へと突出した前記流体との熱的相互作用のための第 2 のフィンプレートを有していることを特徴とする、請求項 4～6 のいずれかに記載の流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、流体流量測定技術に属するものであり、特に、配管内を流れる流体の瞬時流量あるいは積算流量を測定するための流量測定方法及び流量計に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】流量計は、家庭や企業において消費される灯油、水、ガスなどの流体の流量を測定するのに利用されている。この流量計として、低価格化が容易な熱式（特に傍熱型）の流量センサーを用いたものが利用されている。

【0003】傍熱型流量センサーとしては、基板上に薄膜技術を利用して薄膜発熱体と薄膜感温体とを絶縁層を介して積層してなるセンサーチップを配管（外部配管と連通して流量計内部に設けられた流体流通路を含む）内

の流体との間で熱伝達（即ち熱的相互作用）可能なように配置したものが使用されている。発熱体に通電することにより感温体を加熱し、該感温体の電気的特性例えば電気抵抗の値を変化させる。この電気抵抗値の変化（感温体の温度上昇に基づく）は、配管内を流れる流体の流量（流速）に応じて変化する。これは、発熱体の発熱量のうちの一部分が流体中へと伝達され、この流体中へ拡散して流体に吸収される熱量は流体の流量（流速）に応じて変化する。これに応じて感温体へと供給される熱量が変化して、該感温体の電気抵抗値が変化するからである。この感温体の電気抵抗値の変化は、流体の温度によっても異なり、このため、上記感温体の電気抵抗値の変化を測定する電気回路中に温度補償用の感温素子を組み込んでおき、流体の温度による流量測定値の変化をできるだけ少なくすることも行われている。

【0004】このような、薄膜素子を用いた傍熱型流量センサーに関しては、例えば、特開平11-118566号公報に記載がある。この流量センサーにおいては、流体の流量に対応する電気的出力を得るためにブリッジ回路を含む電気回路を使用している。

【0005】以上のような流量計では、センサーチップと流体との熱交換のためのフィンプレートは流体流通路内へと突出させており、流量センサーの周辺部には、流量演算のための回路基板を含む電気回路部、表示部、通信回線接続部その他が配置されており、これらを含む流量計の機能部の全体は筐体内に収容されている。

【0006】ところで、傍熱型の流量センサーを用いた流量計では、上記のように、発熱体（ヒータ）で発生した熱量の一部を流体へと伝達させており、該流体で流速に応じた吸熱がなされることに基づき、この吸熱量に対応する電気回路出力値から検量線を用いて流量値へと換算している。この検量線は、流量測定される流体について予め行った実験等により得られるものである。従って、流量測定される流体が検量線作成の際に用いられた流体と同等な熱的性質を持つ場合には、本質的には検量線を用いた換算の際に流量測定値の誤差が発生することはない。

【0007】しかし、流量測定される流体が灯油のように互いに異なる分子量を持つ複数の種類の分子の混合物からなる流体であるような場合には、実際に流量測定される流体が必ずしも検量線作成の際に用いられた流体と同等な熱的性質を持つものとは限らない。即ち、灯油にはJISなどの規格があるとはいっても、これらの規格は物性値についてある程度の許容幅を有する。事実、実際に販売されている灯油について調査した結果、その熱的性質にはばらつきのあることがわかった。このばらつきは、原油の生産地が異なることや、原油から灯油を得る製油所が異なることなどにより組成にばらつきがあることに起因している。

【0008】このように、灯油として同一の範疇に属す

る流体であっても、組成が異なることにより熱的性質が異なるものもあるので、流量測定される流体が検量線作成の際に用いられた流体と異なる熱的性質を持つものである場合には、流量測定において検量線を用いた換算を行う際に流量測定値の誤差が発生することがある。具体的にいえば、各家庭等の灯油需要者に備えられた流量計で灯油の消費量を測定する場合に、供給される灯油が必ずしも一定の組成及び熱的性質を持つものであるとは限らないので、場合によっては実際に供給され消費される灯油の量とは異なる量が流量測定値として得られることになる。

【0009】以上のような熱的性質の変化をもたらす組成変化のある被測定流体の例としては、上記灯油以外に、ガソリン、ナフサ、軽油、液化石油ガス（LPG）、あるいは濃度変動のある溶液、スラリーまたはゾルなどがある。

【0010】そこで、本発明は、流体の組成等の変化に基づき流体の熱的性質が変化するような場合であっても測定誤差の少ない流量測定を行うことを目的とするものである。特に、本発明は、そのような流量測定のための方法及び流量計を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、被測定流体を測定流通路に流通させ、該測定流通路に配置された熱式流量センサーを含んで構成された電気回路で前記測定流通路内での前記被測定流体の測定流量に対応する電気的出力を得、予め作成された検量線を用いて前記測定流量対応の電気的出力に対応する流量値への換算を行うことにより前記被測定流体の流量を測定する方法であって、参照流通路内に前記被測定流体を自由流通可能なように満たしておき、該参照流通路に配置された参照熱式流量センサーを含んで構成された電気回路で前記参照流通路内での前記被測定流体の参照流量に対応する電気的出力を得、前記検量線は基準流体に関し複数の温度について得た参照流量検量線と測定流量検量線とを含むものであり、被測定流体について得た前記参照流量対応の電気的出力に基づき、該電気的出力に対応する前記参照流量検量線の温度の基準温度からのずれ量を求め、該ずれ量に基づき前記基準温度の測定流量検量線に対する温度補正量を得、前記被測定流体の前記測定流量対応の電気的出力に基づき前記基準温度の測定流量検量線を用い且つ前記温度補正量を勘案して前記被測定流体の流量値に換算することを特徴とする流量測定方法、が提供される。

【0012】本発明の一態様においては、前記基準流体とは異なる流体について、第1温度で得られる前記参照流量対応の電気的出力に対応する前記参照流量検量線の第2温度を求め、前記第1温度で或る流量にて得られる前記測定流量対応の電気的出力に対応する前記或る流量

での前記測定流量検量線の第3温度を求め、前記第1温度と第2温度との差に対する前記第1温度と第3温度との差の比を得ておき、前記ずれ量に前記比を乗ずることで前記温度補正量を得る。

【0013】本発明の一態様においては、前記検量線は前記参照流量対応の電気的出力と比重との関係を示す比重検量線をも含むものであり、前記被測定流体の流量値から前記比重検量線を用いて前記被測定流体の体積流量値に換算する。

【0014】また、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、流体を筐体内へと導入し、該筐体内に流体を貯留し、該貯留された流体を筐体外へと導出することで、該筐体内を通過する流体の流量を測定する流量計であって、前記筐体内に配置され前記筐体に対する流体の導入または導出に伴い流体を流通させる測定流通路と、前記筐体内に配置され前記貯留流体を自由流通可能なように満たす参照流通路と、前記測定流通路に配置された測定熱式流量センサーと、前記参照流通路に配置された参照熱式流量センサーと、前記測定熱式流量センサーを含んで構成された測定流量検知回路と、前記参照熱式流量センサーを含んで構成された参照流量検知回路と、基準流体に関し複数の温度について得た参照流量検量線及び測定流量検量線を用いて前記測定流量検知回路で得られる測定流量対応の電気的出力に対応する流量値への換算を行う流量換算回路とを備えており、前記流量換算回路は、被測定流体について前記参照流量検知回路で得た参照流量対応の電気的出力に基づき、該電気的出力に対応する前記参照流量検量線の温度の基準温度からのずれ量を求め、該ずれ量に基づき前記基準温度の測定流量検量線に対する温度補正量を得、前記被測定流体の前記測定流量対応の電気的出力に基づき前記基準温度の測定流量検量線を用い且つ前記温度補正量を勘案して前記被測定流体の流量値に換算することを特徴とする流量計、が提供される。

【0015】本発明の一態様においては、前記流量換算回路は、前記基準流体とは異なる流体について、第1温度で得られる前記参照流量対応の電気的出力に対応する前記参照流量検量線の第2温度を求め、前記第1温度で或る流量にて得られる前記測定流量対応の電気的出力に対応する前記或る流量での前記測定流量検量線の第3温度を求め、前記第1温度と第2温度との差に対する前記第1温度と第3温度との差の比を得ておき、前記ずれ量に前記比を乗ずることで前記温度補正量を得るものである。

【0016】本発明の一態様においては、前記流量換算回路は、前記参照流量対応の電気的出力と比重との関係を示す比重検量線を用いて、前記被測定流体の流量値から前記被測定流体の体積流量値に換算する。

【0017】本発明の一態様においては、前記測定熱式流量センサーは前記測定流通路へと突出した前記流体と

の熱的相互作用のための第1のフィンプレートとを有しており、前記参照熱式流量センサーは前記参照流通路へと突出した前記流体との熱的相互作用のための第2のフィンプレートとを有している。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

【0019】図1は本発明による流量計の一実施形態の構成の一部を示す模式的分解斜視図である。流量計の筐体本体部材2はアルミニウムや亜鉛などのダイカスト製のものであり、該筐体本体部材2にはアルミニウムや亜鉛などのダイカスト製の外蓋部材（図示されていない）が特定方向（矢印Aの向き）にネジ止めにより適合されている。筐体本体部材2の背面部上部の一方側には流体出口管22が形成されており他方側には流体入口管（図にはあらわれていない）が形成されている。

【0020】筐体本体部材2の上半部には、貯留部用凹部23が形成されている。貯留部用凹部23を塞ぐように貯留部用凹部内壁26の端面に対して矢印Aの向きにアルミニウムや亜鉛などのダイカスト製の中蓋部材6の外周面がネジ止めにより適合されている。この適合に際しては、ゴムシール（コルク入りゴムシール等）が介在せしめられ、適合部からの流体の漏れを防止している。これにより、筐体本体部材2と中蓋部材6との間に流体の一時貯留及び流通のための流体貯留部が形成されている。筐体本体部材2には、流体入口管と連通し且つ貯留部用凹部23にて開口せる開口が形成されており、流体出口管22と連通し且つ貯留部用凹部23にて開口せる接続開口22aが設けられている。

【0021】中蓋部材6には、流体貯留部内に配置される流量計測部8が付設されている。図2に流量計測部8の断面図を示し、図3にその側面図を示す。流量計測部8には、上下方向（鉛直方向）に延在する流体流通路81が形成されている。流体流通路81の入口811は流量計測部8の下部に位置する。また、流体流通路81の上部に位置する出口812には矢印Aの向きに突出せる突出部8aが取り付けられており、中蓋部材6を筐体本体部材2に適合することで突出部8aが継手部材27を介して筐体本体部材2側の接続開口22aと接続され、これにより流量計測部8の流体流通路出口812と流体出口管22とが連通せしめられている。

【0022】流量計測部8に形成された矢印Aの方向のセンサー装着孔8b、8c内には、それぞれ、熱交換のための熱伝達部材としてのフィンプレートとを有する熱式流量センサー（流体温度検知センサー付き）10が挿入されている（図1には一方の熱式流量センサーのみ示されている）。図4に流量センサー10の取り付け部分を示し、図5に流量センサー10の断面図を示す。センサー装着孔8bにOリングを介在させて挿入された流量センサー10は流体流通路81へと突出せしめられてい

る。また、センサー装着孔8cにOリングを介在させて挿入された流量センサー10は流体貯留空間へと突出せしめられている。

【0023】流量センサー10は、流量センサー部101と流体温度検知センサー部102を含む。流量センサー部101では、図5に示すように、フィンプレートFPと流量検知部FSとを熱伝導性良好な接合材ADにより接合し、流量検知部FSの電極パッドと外部電極端子ETとをボンディングワイヤーBWで接続している。流体温度検知センサー部102は、流量センサー部101において流量検知部FSの代わりに流体温度検知部を用い且つこれに対応した外部電極端子ETを持つものとする。これら流量検知部や流体温度検知部としては、上記特開平11-118566号公報に記載の如きものを使用することができる。流量センサー部101及び流体温度検知センサー部102は、共通のモールド樹脂MRで封止され一体化されている。

【0024】図2に示されているように、流量計測部8には、センサー装着孔8cに挿入される流量センサー10のフィンプレートFPを覆うための金網カバーMMが付設されている。該金網カバーMMは、流量センサー10のフィンプレートFPが自然対流に基づく流体流通の影響を受けてもよいが流体供給に係る流体流通の影響を受けないようにするために、設けられる。この流量センサーは、センサー装着孔8bに挿入される流量センサー10を含む測定流量検知回路から得られる出力値を流量値に換算するのに用いる検量線を作成する際に用いられた基準流体に対する被測定流体の熱的性質の差を検知するための参照流量検知回路を構成している。

【0025】図1に示されているように、貯留部用凹部23には、流体流通経路規定部材9が形成されている。この流通経路規定部材9は、流体貯留部内において開口から流入する流体の流通経路を規定するものであり、中蓋部材6との間に形成される鉛直方向に細長い開口を通じて均一に流量計測部8の配置された領域へと流体を導くようにするものである。

【0026】中蓋部材6の前面側には、図示はされていないが、流量センサー10の外部電極端子ETと電氣的に接続されたアナログ回路基板が取り付けられている。また、図示されていないが、上記外蓋部材には、アナログ回路基板とともに流量検知回路を構成するデジタル回路基板、電源回路部を構成するトランス、及び流量計に対する入出力端子部などの回路部材が取り付けられている。特に、トランス及び入出力端子部は、筐体本体部材2の下半部に形成された回路部材用凹部24内に配置されている。

【0027】図1～図3に示されているように、流量計測部8の流体流通路81は上下方向（鉛直方向）に延びている。流量計測部8には、流体流通路81と平行な補助流通路82が形成されている。補助流通路82は、下

端部開口が流体導出口821とされており、上端部開口が第1の流体導入口822とされており、互いに異なる高さに位置する2つの側部開口がそれぞれ第2及び第3の流体導入口823、824とされている。

【0028】補助流通路82は、流量測定の際の入口811から流体流通路81内への流体吸引力に基づき、流体貯留部内の流体を流体導入口822、823、824から導入し流体導出口821から導出し、底板8dを含んで構成される連通路を経て流体流通路入口811の方へと導く作用をなす。流体導入口822、823、824の内径は、互いに異なっており、流体導出口821からの距離の小さいものほど小さく設定されている。これにより、異なる高さから補助流通路82内へと導入される流体の流量を平均化することができる。

【0029】図6は本実施形態における流体流通を説明するための分解斜視図である。図6において、流体の流通方向が矢印で示されている。不図示の流体供給源から配管を通じて供給される流体は、流体入口管から開口21aを通して流体貯留部内へと供給される。供給された流体は、先ず流通経路規定部材9を越えて流量計測部8の配置された領域に至る。そして、流体は補助流通路82を介して流体流通路81内に吸引され、流体流通路出口812及び接続開口22aを通して流体出口管22から排出され、不図示の流体需要機器へと供給される。以後、流体需要機器側で流体需要があると、流量計の貯留部内の補助流通路82及び流体流通路81を経由して、流体供給源から流体需要機器へと流体が供給される。

【0030】本実施形態では、開口21aからの距離が開口22aより大きな位置に補助流通路82が配置されており、該補助流通路82が流体貯留部内で右側の内壁26に隣接しているため、流体貯留部内の流体に右側内壁26の方へと上下位置に関して平均化された水平方向の流れが生ぜしめられる。このため、流量計測部8を含めて流体貯留部内の温度分布が十分に均一化され、流量測定の精度が向上する。

【0031】流体流通管81内の流体流量が、流量センサー部101及び流体温度検知センサー部102を含む図7に示すような測定流量検知回路を用いて計測される。図7において、流量センサー部101では、ヒータと感温抵抗体Twとが絶縁膜を介して積層された流量検知部が形成されており、ヒータの発熱の一部は上記フィンプレートFPを介して流体流通路81内を流通する流体へと伝達される。この流体との熱的相互作用の影響を受けた感温が、感温抵抗体Twにより実行される。感温抵抗体Twと流体温度検知センサー部102の流体温度検知部の感温抵抗体Toと2つの抵抗体とによりブリッジ回路が形成されており、このブリッジ回路の出力が増幅回路で増幅され、コンパレータで所定値との比較がなされ、該コンパレータの出力がヒータ制御部に入力される。ヒータ制御部は、入力信号に従い、パルファを介し

て流量センサー部101のヒータの発熱を制御する。この制御は、流量センサー部101の感温抵抗体 T_w が所定の感温状態を維持するように、即ちヒータ制御部への入力信号が所定値を維持するように為される。この制御状態は瞬時流量に対応しており、そのデータは流量換算回路へと入力される。

【0032】参照流量検知回路は、流量センサー部101及び流体温度検知センサー部102と同様な流量センサー部111及び流体温度検知センサー部112を含むことを除いて、測定流量検知回路と同等な構成を有しており同様な流量検知を行う。これにより得られる参照流量は、被測定流体の組成または物性値例えば動粘度に対応した熱的性質に応じて変化するので、参照流量検知回路の出力に基づき測定流量検知回路で測定される流量の値を補正することができる。

【0033】不図示の温度センサーを含む温度センサ回路12から流量換算回路にアナログ回路部（測定流量検知回路及び参照流量検知回路の大部分を含む）の温度を示す信号が入力される。流量換算回路では、測定流量検知回路から得られる測定流量データと、参照流量検知回路から得られる参照流量データと、温度センサ回路12から得られるアナログ回路部温度データとに基づき、アナログ回路部温度に応じた補正及び参照流量に応じた補正などの演算が行われ、検量線を用いた流量値への換算が行われる。

【0034】以上のようなヒータ制御回路及び流量換算回路を含むCPUには、表示部、通信回路、EEPROM及び基準クロックが接続されている。得られた流量値は、表示部に表示したり、通信回路に出力して外部との通信に利用されたりする。

【0035】以下に、流量換算回路で実行される演算及び流量への換算の方法について説明する。

【0036】（1）検量線等の設定及びメモリへの記憶：先ず、メモリであるEEPROMに、演算及び換算に際して使用される検量線や数値を記憶しておく。これら検量線や数値は、流量計ごとに予め次のようにして設定される。流量計ごとに設定することで、流量計ごとに回路特性にばらつきがあっても、その影響を小さくすることができる。

【0037】第1の検量線として、図8に示されているように、複数の温度 $T_1 \sim T_3$ とこれら各温度における温度センサ回路12の出力 $AD_1 \sim AD_3$ との関係を、測定により得る。尚、複数の温度は3つに限定されることなく、2または4以上であってもよい。

【0038】第2の検量線として、図9に示されているように、複数の温度 $T_1 \sim T_3$ とこれら各温度における基準灯油Bの参照流量データ $V_{h0}(B, T_1)$ 、 $V_{h0}(B, T_2)$ 、 $V_{h0}(B, T_3)$ との関係を、測定により得る。

【0039】第3の検量線として、図10に示されてい

るように、複数の温度 $T_1 \sim T_3$ とこれら各温度における基準灯油Bの流量 F と測定流量データ $V_h(B, T_1, F)$ 、 $V_h(B, T_2, F)$ 、 $V_h(B, T_3, F)$ との関係を、測定により得る。

【0040】次に、基準灯油Bとは異なる灯油Dについて、温度 T_2 （第1温度）における参照流量データ $V_{h0}(D, T_2)$ と流量 F_0 の測定流量データ $V_h(D, T_2, F_0)$ とを、測定により得る。

【0041】流量 F_0 は適宜設定でき、例えば図11に示されているように、基準灯油Bについての温度 T_2 の測定流量データ $V_h(B, T_2, F)$ に対する他の温度 T_1 、 T_3 の測定流量データ $V_h(B, T_1, F)$ 、 $V_h(B, T_3, F)$ の差をとって得られる ΔV_h の絶対値が最も小さくなる値を選択することができる。図10では、 $V_h(D, T_2, F_0)$ は、基準灯油Bの流量 F_0 での測定流量データ $V_h(B, T_2, F_0)$ と $V_h(B, T_1, F_0)$ との間にある。

【0042】図12に、或る温度例えば温度 T_2 で、基準灯油Bについての測定流量データ $V_h(B, T_2, F)$ に対するそれ以外の灯油A、Cについての測定流量データ $V_h(A, T_2, F)$ 、 $V_h(C, T_2, F)$ の差をとって得られる $\Delta V_h'$ を示す。この図12と図11とを比較することでわかるように、 $V_h(B, T_2, F)$ に対して温度が変化した場合の測定流量データと被測定灯油が変化した場合の測定流量データとが同様な傾向を示している。本発明は、このことを利用し、基準灯油Bに対する被測定灯油の変化によりもたらされる測定流量データの変化を、基準灯油Bでの測定温度の変化に置き換え、被測定灯油が基準灯油と異なるものであっても、基準灯油Bについての温度をパラメータとする複数の検量線を用いて補正を行い、正確な流量を得るようにしたものである。

【0043】さて、次に、図9に示されているように、灯油Dについての参照流量 $V_{h0}(D, T_2)$ の値に対応する基準灯油Bの検量線上の温度（第2温度）が T_2 （第1温度）から何度ずれているかの値 $\Delta T(V_{h0})$ を、参照流量データ $V_{h0}(B, T_1)$ 、 $V_{h0}(B, T_2)$ を利用して線形補間により求める。

【0044】更に、図10に示されているように、灯油Dについての流量 F_0 の測定流量 $V_h(D, T_2, F_0)$ の値に対応する基準灯油Bの検量線温度（第3温度）が T_2 （第1温度）から何度ずれているかの値 $\Delta T(V_h)$ を、測定流量データ $V_h(B, T_1, F_0)$ 、 $V_h(B, T_2, F_0)$ を利用して線形補間により求める。

【0045】そして、 $\Delta T(V_h)$ と $\Delta T(V_{h0})$ との比 $R = \Delta T(V_h) / \Delta T(V_{h0})$ を、演算により得る。この比 R の値は、灯油Dとして更に異なるものを選択したとしても、殆ど同一であることが判明している。

【0046】以上のようにして得られた第1～第3の検量線及び比Rの値を、メモリであるEEPROMに記憶する。

【0047】(2)被測定灯油の流量測定：被測定灯油Eについて実際に流量測定を行う際には、流量換算回路において、以下のような演算及び換算がなされる。

【0048】先ず、温度センサ回路12の出力ADに基づき第1の検量線を用いた線形補間を行って、被測定灯油Eの温度Tを得る。

【0049】次に、被測定灯油Eについて温度Tでの参照流量データ $V_{h0}(E, T)$ を得、図13に示されているように、参照流量 $V_{h0}(E, T)$ の値に対応する基準灯油Bの第2の検量線上の温度が基準温度 T_2 から何度ずれているかの値 $\Delta t(V_{h0})$ (ずれ量)を、参照流量データ $V_{h0}(B, T_2)$ 、 $V_{h0}(B, T_1)$ を利用して線形補間により求める。

【0050】そして、この $\Delta t(V_{h0})$ に比Rを乗じて $\Delta t(V_h) = R \cdot \Delta t(V_{h0})$ (温度補正量)を得、図14に示されているように、基準灯油Bに関して $\Delta t(V_h)$ の温度ずれを補償した温度 $T_2 - \Delta t(V_h)$ の検量線として $V_h(B, T_2 - \Delta t(V_h), F) = V_h(E, T, F)$ を得る。その際、測定流量データ $V_h(B, T_1, F)$ 、 $V_h(B, T_2, F)$ を利用して線形補間を行う。

【0051】以上のようにして得られた基準灯油Bについての $V_h(B, T_2 - \Delta t(V_h), F)$ の検量線を用い、被測定灯油Eについて温度Tで得られた測定流量検知回路出力値 V_{hx} に対応する流量Fの値を求める。尚、上記 $V_h(B, T_2 - \Delta t(V_h), F)$ の作成は必ずしも全ての流量または測定流量検知回路出力の範囲について行う必要はなく、被測定灯油Eについて温度Tで流量測定して得られた測定流量検知回路出力値 V_{hx} に対応するもののみをその都度得るようにすることができる。

【0052】本実施形態では、被測定灯油Eの基準灯油Bに対する熱的性質の差を温度差に換算して補正を行っており、現実の温度差による補正をも含めた補正演算を行うことができるので、迅速な処理が可能である。

【0053】以上のような被測定灯油Eの流量測定のフロー図を図15に示す。

【0054】図16～19は、本発明の流量計を用いて行われた流量測定の実施例において得られたグラフである。この流量測定では、以下の試料

【a】基準灯油(温度25℃：基準となる温度)

【b】基準灯油(温度15℃)

【c】基準灯油(温度35℃)

【d】基準灯油とは異なる第1の灯油

【e】基準灯油とは異なる第2の灯油

【f】基準灯油とは異なる第3の灯油

の流量測定が行われた。

【0055】図16は各試料灯油の参照流量出力 V_{h0} を示す。また、図17は各試料灯油の測定流量出力 V_h の試料灯油aの測定流量出力 V_h からの差 ΔV_h 又は $\Delta V_h'$ を示す。

【0056】この実施例では、比Rを求めるに際して、温度25℃の試料灯油dを用いた。 $\Delta T(V_{h0})$ は約6.4℃であり、 $\Delta T(V_h)$ は約10.0℃であり、Rは約1.563であった。

【0057】図18は試料灯油d～fの測定流量出力 V_h の試料灯油aの測定流量出力 V_h からの差 $\Delta V_h'$ 及びこれに対応する補正後の値 $d' \sim f'$ を示す。図19は図18を測定誤差に換算して表したものである。

【0058】以上の結果から、本発明によれば、基準灯油とは異なる灯油についても、基準灯油に関し作成した検量線を利用して補正することで、誤差約1%以内の高い精度の流量測定を行うことができることがわかる。

【0059】次に、以上のような実施形態の変形形態について説明する。

【0060】この変形形態では、上記実施形態で得られる流量値を体積流量値に換算する。即ち、上記実施形態で熱式流量測定により得られる流量値は、基本的には被測定灯油の質量を反映した質量流量値である。この質量流量値を体積流量値に換算するためには、被測定灯油の比重で除することが必要である。上記のように、灯油需要者に供給される灯油は組成にばらつきがあるので比重にもばらつきがある。従って、質量流量値を体積流量値に換算するためには、被測定灯油の比重を測定することが必要となる。

【0061】ところで、上記参照流量データ V_{h0} が灯油の比重と強い相関を持つことが見出された。即ち、図16に関し説明した基準灯油【a】に関する参照流量出力 V_{h0} を基準とした灯油の参照流量出力 V_{h0} の差を ΔV_{h0} として、図16に関し説明した灯油【d】、

【e】、【f】(温度25℃)に関する ΔV_{h0} と比重実測値との関係を示すと、表1及図20ようになる。

【0062】

【表1】

灯油	比重実測値	V h 0 (V)	$\Delta V h 0$ (mV)	近似式上の比重	誤差 (%)
a	0.7926	4.8536	0.0	0.7914	-0.16
d	0.7958	4.8250	-28.6	0.7965	0.09
e	0.7953	4.8347	-18.9	0.7948	-0.06
f	0.7883	4.8649	11.3	0.7893	0.13

この関係を一次近似式で近似的に表すと、 $\Delta V h 0$ を x とし、比重を y として、

$$y = -(1.8138342 \times 10^{-4})x + 0.79135816$$

となる。図20には、この一次近似式のグラフをも示す。また、表1に、この一次近似式上での灯油[a]、[d]、[e]、[f]の $\Delta V h 0$ に対応する比重値及びこの比重値と比重実測値との誤差をも示す。誤差は±0.2%の範囲内である。この一次近似式を比重検量線としてメモリに記憶しておく。この比重検量線は、流量計ごとの差は極めて少ないので、各流量計に共通に使用することができる。尚、比重検量線の近似式は上記のような一次近似式に限定されることはなく、二次以上の近似式を用いてもよい。

【0063】被測定灯油について体積流量を得る場合には、流量換算回路において、被測定灯油の温度と同一の温度における基準灯油[a]の参照流量出力値 $V h 0$ に対する被測定灯油の参照流量出力値の差 $\Delta V h 0$ を求め、上記比重検量線を用いて $\Delta V h 0$ に対応する比重値を得る。そして、この比重値で質量流量値を除算することで体積流量値を得る。表示部には、所望により質量流量値及び体積流量値のいずれか又は双方を表示することができる。

【0064】本発明の流量測定方法及び流量計により流量測定される被測定流体は上記実施形態で具体的に説明した灯油に限定されるものではなく、組成が一定でないその他の流体例えばガソリン、ナフサ、軽油、重油などの石油製品、LPGなどの天然ガス、あるいは生理食塩水などの濃度が変化する溶液、スラリー及びゾルなどにも同様に適用することができる。

【0065】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の流量測定方法及び流量計によれば、流体の組成等の変化に基づき流体の熱的性質が変化するような場合であっても測定誤差の少ない流量測定を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による流量計の全体構成を示す模式的分解斜視図である。

【図2】流量計測部の断面図である。

【図3】流量計測部の側面図である。

【図4】流量センサーの取り付け部分を示す図である。

【図5】流量センサーの断面図である。

【図6】本発明による流量計における流体流通を説明するための分解斜視図である。

【図7】本発明による流量計の電気回路部の概略構成を示すブロック図である。

【図8】複数の温度とこれらの各温度における温度センサー回路の出力との関係を示すグラフである。

【図9】複数の温度とこれら各温度における基準灯油の参照流量との関係を示すグラフである。

【図10】複数の温度とこれら各温度における基準灯油の流量と測定流量との関係を示すグラフである。

【図11】基準灯油についての温度 T_2 の測定流量 $V h (B, T_2, F)$ に対する他の温度 T_1, T_3 の測定流量 $V h (B, T_1, F), V h (B, T_3, F)$ の差をとって得られる $\Delta V h$ のグラフである。

【図12】温度 T_2 で基準灯油についての測定流量 $V h (B, T_2, F)$ に対するそれ以外の灯油A, Cについての測定流量 $V h (A, T_2, F), V h (C, T_2, F)$ の差をとって得られる $\Delta V h'$ のグラフである。

【図13】被測定灯油の流量測定における $\Delta t (V h 0)$ を示すグラフである。

【図14】被測定灯油の流量測定における $V h (B, T_2 - \Delta t (V h), F) = V h (E, T, F)$ を示すグラフである。

【図15】被測定灯油の流量測定のフロー図である。

【図16】各試料灯油の参照流量出力 $V h 0$ を示すグラフである。

【図17】各試料灯油の測定流量出力 $V h$ の試料灯油aの測定流量出力 $V h$ からの差 $\Delta V h$ 又は $\Delta V h'$ を示すグラフである。

【図18】試料灯油d~fの測定流量出力 $V h$ の試料灯油aの測定流量出力 $V h$ からの差 $\Delta V h'$ 及びこれに対応する補正後の値 $d' \sim f'$ を示すグラフである。

【図19】図18を測定誤差に換算して表したグラフである。

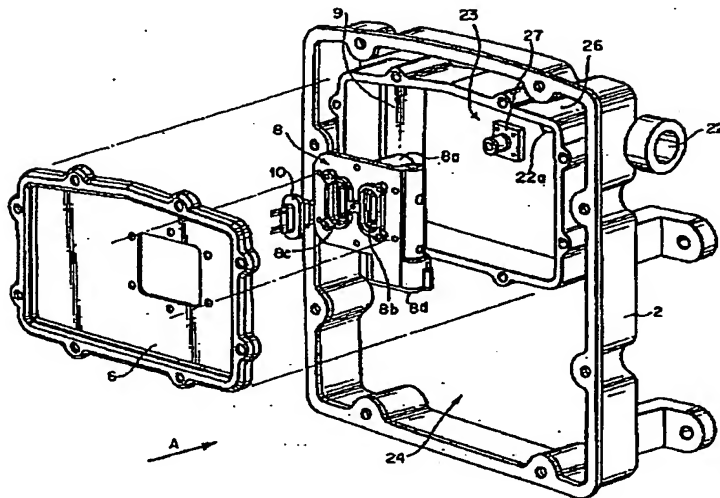
【図20】参照流量出力差 $\Delta V h 0$ と比重との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

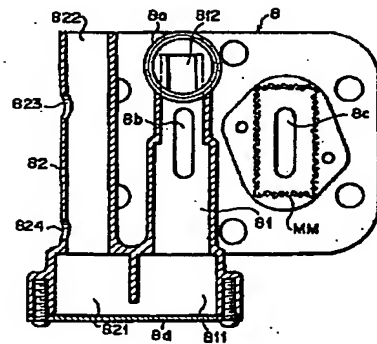
- 2 筐体本体部材
 6 中蓋部材
 8 流量計測部
 8a 突出部
 8b, 8c センサー装着孔
 8d 底板
 9 流体流通経路規定部材
 10 流量センサー
 101, 111 流量センサー部
 102, 112 流体温度検知センサー部
 12 温度センサ回路
 21a 開口
 22 流体出口管
 22a 接続開口
 23 貯留部用凹部
 24 回路部材用凹部

- 26 内壁
 27 継手部材
 81 流体流通路
 811 流体流通路入口
 812 流体流通路出口
 82 補助流通路
 821 流体導出口
 822, 823, 824 流体導入口
 FP フィンプレート
 ET 外部電極端子
 FS 流量検知部
 AD 接合材
 BW ボンディングワイヤー
 MR モールド樹脂
 LCD 液晶表示素子
 MM 金網カバー

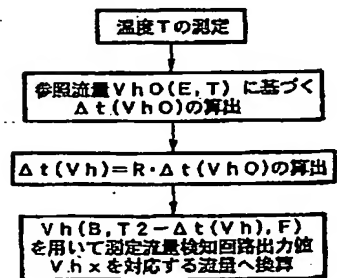
【図1】



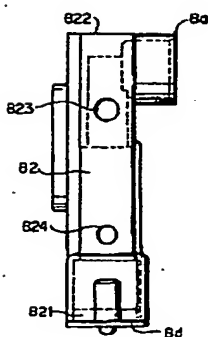
【図2】



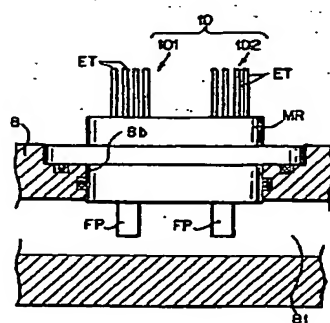
【図15】



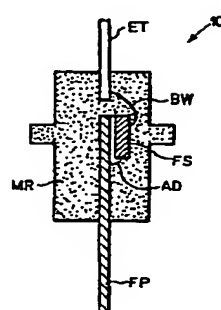
【図3】

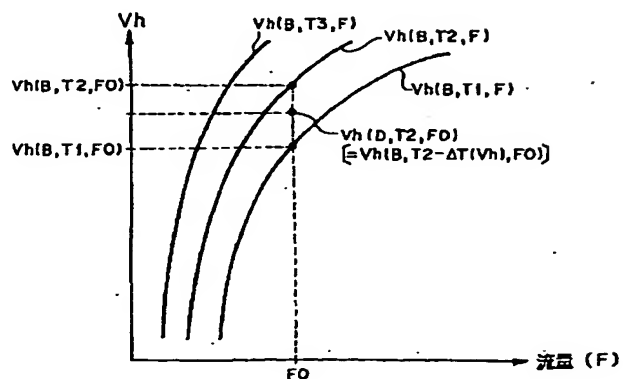
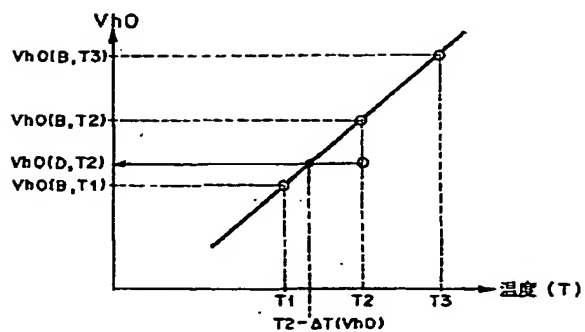
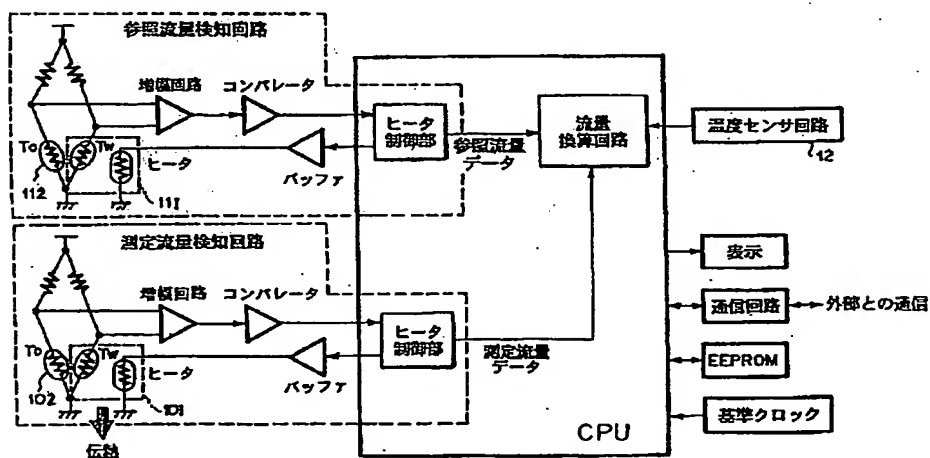
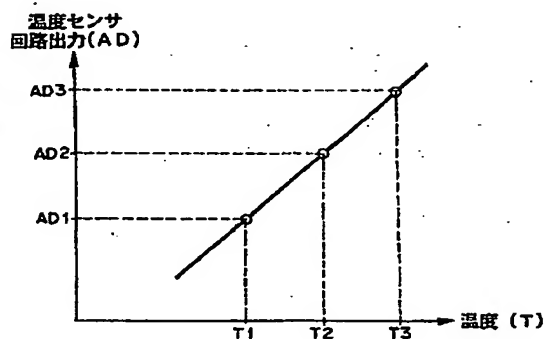
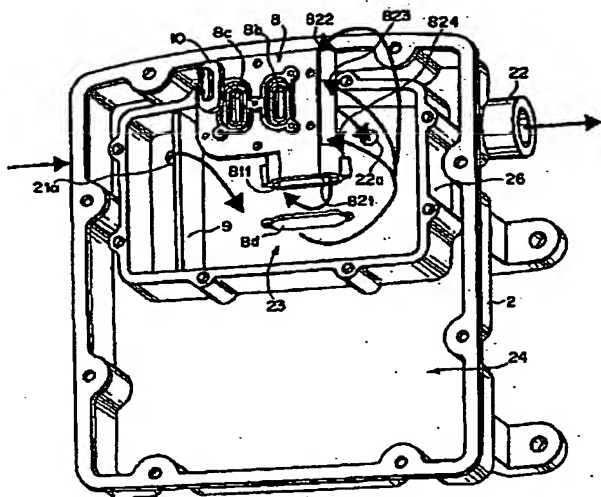


【図4】

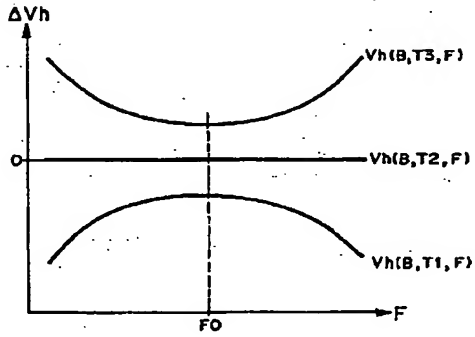


【図5】

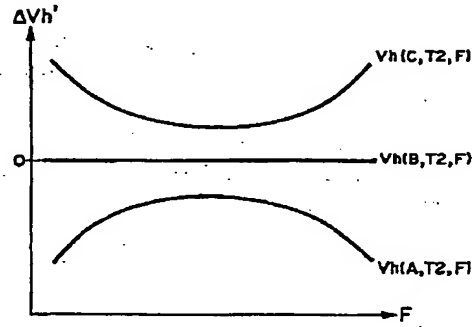




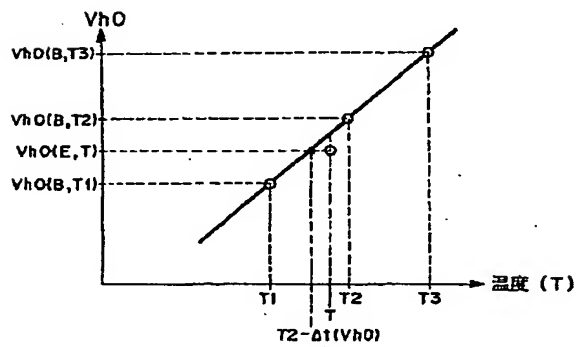
【図11】



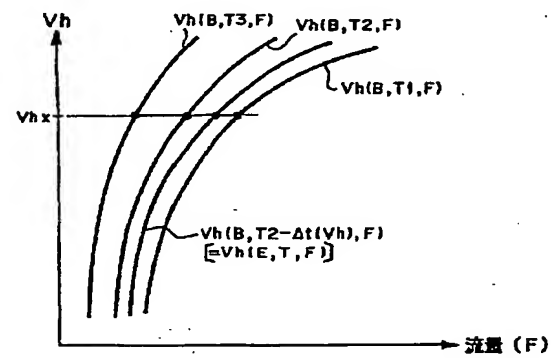
【図12】



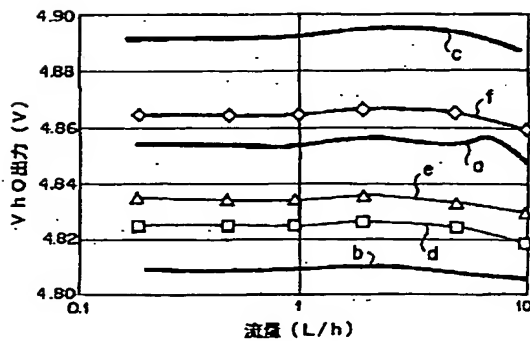
【図13】



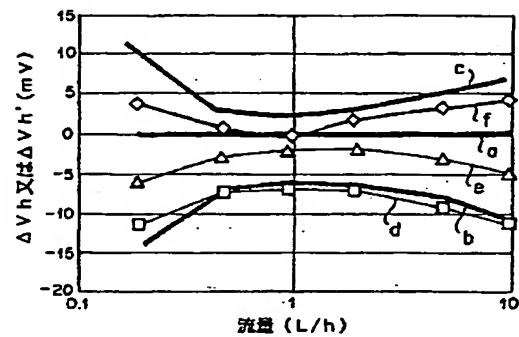
【図14】



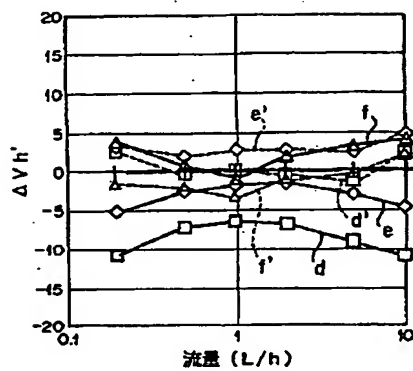
【図16】



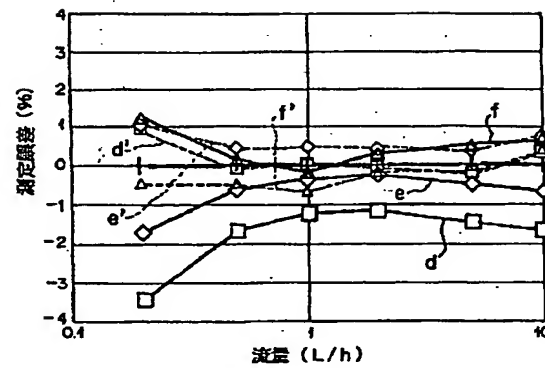
【図17】



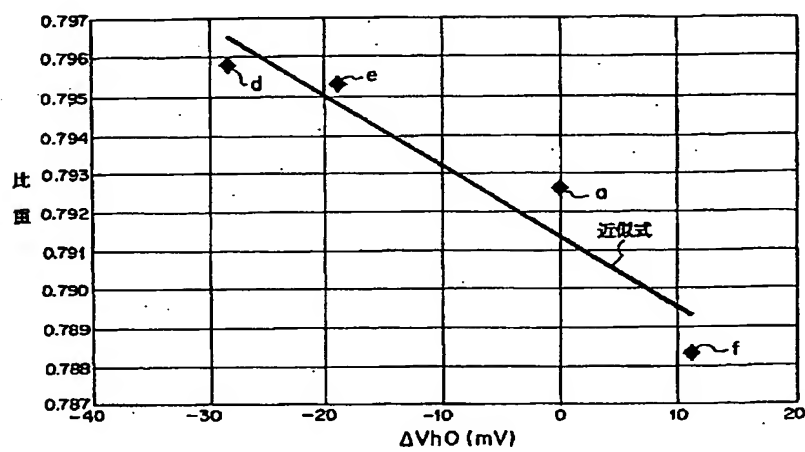
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 山岸 喜代志
埼玉県上尾市原市1333-2 三井金属鉱業
株式会社総合研究所内

Fターム(参考) 2F030 CA10 CC03 CD15 CE02 CE04
CE09 CE24 CE25
2F031 AC01 AD03
2F035 EA09

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.